

Efeito do espaçamento e da cultivar de feijoeiro sobre a intensidade do mofo-branco e a sanidade de sementes*

Reginaldo Napoleão¹, Adalberto C. Café Filho², Carlos A. Lopes³, Luiz Carlos B. Nasser⁴

¹Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG; ²Departamento de Fitopatologia, Universidade de Brasília, C.P. 4457, 70910-900, Brasília, DF, <cafeilh@unb.br>; ³Embrapa Hortaliças, C.P. 218, 79359-970, Brasília, DF, <clopes@cnph.embrapa.br>; ⁴Embrapa Sede, MAPA, Departamento de Fitopatologia – UnB, <luiznasser@agricultura.gov.br>.

* Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor. Universidade de Brasília. 2001.

Autor para correspondência: Reginaldo Napoleão. <napoleao@fapeid.edu.br>

Data de chegada: 01/12/04. Aceito para publicação em: 27/07/05.

1149

ABSTRACT

Napoleão, R.; Café Filho, A. C.; Lopes, C. A.; Nasser, L. C. B. Effect of plant spacing and bean cultivar on white mold and seed sanity. *Summa Phytopathologica*, v. 32, n. 1, p. 63-66, 2006.

The effect of spacing among rows and among bean plants, as well as two plant growth habits were evaluated on the intensity of white mold and seed health in two field trials in Brasília, DF, Brazil. In the first trial, the same population of 27 plants/m² was maintained in rows of 30, 45 and 60 cm apart. In the second trial, the spacing among rows was maintained, which resulted in different plant populations of 40, 27 and 20 plants/m², respectively. Disease incidence and severity did not differ

statistically within plants of different growth habits or different spacing, even with divergent disease incidences of 98.4% and 2.7% observed in 1998 and 1999, respectively. The percentage of infected seeds was not affected by spacing either, however the cultivar effect was erratic; in 1998, 'Perola' had no infected seeds and the same occurred with 'Diamante Negro' in 1999.

Additional keywords: White mold, *Sclerotinia sclerotiorum*, plant density, plant population, *Phaseolus vulgaris*.

RESUMO

Napoleão, R.; Café Filho, A. C.; Lopes, C. A.; Nasser, L. C. B. Efeito do espaçamento e da cultivar de feijoeiro sobre a intensidade do mofo-branco e a sanidade de sementes. *Summa Phytopathologica*, v. 32, n. 1, p. 63-66, 2006.

Dois ensaios de campo foram realizados para avaliar o efeito do espaçamento entre linhas (30, 45 e 60 cm) e entre plantas de feijoeiro com hábitos de crescimento diferentes, sobre a intensidade do mofo-branco e a sanidade de sementes. No primeiro, foi mantida a mesma população de plantas por área, 27 plantas/m², reduzindo-se o espaçamento entre plantas. No segundo ensaio, manteve-se o mesmo espaçamento entre plantas, que resultou em populações de 40, 27 e 20 plantas/m². A porcentagem de plantas infectadas e a severidade

da doença não diferiram estatisticamente quanto ao hábito de crescimento da cultivar, ao espaçamento ou à interação entre eles, mesmo a incidência tendo atingido valores de 98,4% em 1998 e de 2,7% em 1999. A porcentagem de sementes infectadas não foi afetada pelo espaçamento, mas diferiu erráticamente em relação às cultivares; em 1998, a cultivar Pérola não apresentou sementes infectadas, o mesmo acontecendo com a cultivar Diamante Negro em 1999.

Palavras-chave adicionais: espaçamento entre linhas, espaçamento entre plantas, densidade de plantas, população de plantas, *Phaseolus vulgaris*, *Sclerotinia sclerotiorum*.

A circulação de ar sob o dossel das plantas de feijão dificulta o desenvolvimento de *Sclerotinia sclerotiorum*, fungo causador do mofo-branco, pois impede a manutenção de uma umidade adequada e, conseqüentemente, retarda a infecção dos tecidos e a expansão das lesões (14). A diminuição da umidade na superfí-

cie do solo interfere na formação de apótecios e na ejeção de ascósporos (9, 11), principal fonte de inóculo desse fungo. A densidade de plantas e o seu hábito de crescimento atuam diretamente na umidade no dossel. Plantas com hábito de crescimento ereto permitem maior circulação de ar e maior penetração da

luz solar do que as de porte semi-ereto ou prostrado, resultando em rápida queda da umidade. Cultivares de porte ereto possuem uma linha de plantas mais estreita, ou seja, a largura do dossel é menor do que as de plantas com hábito de crescimento prostrado ou semi-ereto, e dependendo do espaçamento entre uma linha e outra, as plantas de linhas adjacentes não chegam a se tocar. Uma menor densidade de plantas pode ser obtida aumentando-se o espaçamento entre as linhas de plantio ou o espaçamento entre plantas de uma mesma linha (9). O efeito da arquitetura de planta na intensidade do mofo-branco foi demonstrado por Fuller et al. (3) utilizando uma única variedade de feijoeiro. O dossel foi artificialmente elevado criando-se túneis de diferentes dimensões entre linhas adjacentes. Quanto maior o túnel criado, menor foi a umidade e, por conseguinte, menor a severidade do mofo-branco.

As condições macroclimáticas do Distrito Federal não são naturalmente favoráveis ao desenvolvimento de *Sclerotinia sclerotiorum*, pois no inverno, quando a temperatura se torna favorável ao patógeno, ocorre o período seco do ano, com baixíssima ou nenhuma pluviosidade. Entretanto, com o cultivo irrigado, o microclima sob o dossel da cultura do feijoeiro torna o ambiente favorável ao mofo-branco que, além da temperatura, tem à sua disposição umidade adequada. A irrigação, portanto, propicia condições para que esta doença se estabeleça em locais onde naturalmente ela não ocorreria. Este efeito da irrigação também foi descrito em outros locais (1, 13).

A alteração do microclima pela irrigação por aspersão não ocorre somente com a umidade, mas também com a temperatura. Esse efeito é mais pronunciado em regiões com macroclimas extremos, ou seja, baixa umidade e temperaturas elevadas (8), condições estas encontradas no Distrito Federal, pois, mesmo no inverno, o período seco do ano, a temperatura durante o dia pode ultrapassar os 33°C e a umidade relativa do ar atingir valores abaixo de 20%. Em condições de temperatura de 29 a 32°C e umidade relativa de 12 a 25%, Rotem & Cohen (7) observaram que a irrigação por aspersão reduziu a temperatura de 8 a 9°C e elevou em 50% a umidade relativa na cultura do tomateiro. Além da temperatura e da umidade relativa do ar, também a temperatura e a umidade do solo foram afetadas pela irrigação (8). Comparando-se uma irrigação leve com uma pesada, feitas por sulco, na cultura do feijoeiro, Weiss et al. (15) observaram no dossel, reduções da temperatura do ar de 1 a 2,5°C, do solo, de 9°C e das folhas, de 3 a 4°C, resultantes de uma irrigação mais pesada.

O espaçamento entre linhas de plantio é preconizado como uma prática cultural para o controle de nove doenças importantes na cultura do feijoeiro, entre elas o mofo-branco (4). De fato, muitos trabalhos têm mostrado que o aumento do espaçamento entre linhas diminui a intensidade do mofo-branco no feijoeiro (6, 9, 12, 14). Além de aumentar a circulação do ar no dossel da cultura, fazendo com que a umidade decline rapidamente, o maior espaçamento entre linhas diminui a probabilidade de plantas doentes entrarem em contato com plantas saudáveis e transmitirem a doença. Embora o aumento do espaçamento entre linhas desfavoreça o desenvolvimento do mofo-branco, ocorre uma queda na produtividade nos maiores espaçamentos, pois a densidade de plantas diminui expressivamente. Embora as perdas de produção em menores densidades de plantio sejam parcialmente compensadas pela maior produção por planta, Saindon et. al. (9) encontraram perdas de 13,7 e 15,4% nos espaçamentos entre linhas de 30 cm e 60 cm, para culturas infestadas e não infestadas com o

mofo-branco, respectivamente.

Quando a planta possui hábito de crescimento ereto, um aumento do espaçamento entre linhas poderia ser compensado pelo aumento do número de plantas dentro da linha, sem prejuízo para a produtividade. Saindon et al. (10) mantiveram constante o espaçamento entre linhas de plantas com hábito de crescimento ereto, mas alteraram o número de plantas por metro. Eles encontraram aumentos de produtividade de 10% a 20% com espaçamentos entre 20 e 60 plantas/m². Há o risco, porém, como mostraram os autores do trabalho, de que haja uma maior incidência do mofo-branco. É necessário, portanto, determinar o espaçamento ideal para manter a produtividade esperada e, ao mesmo tempo, desfavorecer o patógeno.

Este trabalho teve o objetivo de verificar o efeito do espaçamento entre linhas, entre plantas e de cultivares com hábitos de crescimento diferentes, assim como as interações entre esses fatores sobre o mofo-branco do feijoeiro e a sanidade das sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos campos experimentais da Embrapa Hortaliças em 1998 e 1999. O plantio e a colheita foram feitos em nove de junho e 22 de setembro em 1998 e em 24 de maio e seis de setembro de 1999. Os ensaios foram do tipo fatorial 2 x 3 em blocos casualizados, com quatro repetições. Os fatores e seus respectivos níveis foram: a) cultivares de feijoeiro: Diamante Negro (ereto) e Pérola (semi-ereto) e b) espaçamento entre linhas de 30, 45 e 60 cm. Cada parcela foi constituída de cinco linhas de plantas, com quatro metros de comprimento cada.

No ano de 1998, os tratamentos consistiram dos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm entre linhas de plantio e de 8, 12 e 16 plantas por metro, respectivamente, ou seja, foi mantida a mesma densidade de plantas em todas as parcelas de 27 plantas/m². Em 1999, os espaçamentos entre linhas foram os mesmos utilizados no ano anterior, porém o número de plantas por metro foi constante, 12 plantas/m, resultando em uma população de plantas de 40, 27 e 20 plantas/m², respectivamente.

Foi adotado o sistema de plantio convencional executado com plantadora manual, marca Takit Gonbey – Modelo HS300EH, de fabricação japonesa. Quando necessário, foram realizados desbastes para que a população de plantas tivesse o número de indivíduos desejado.

A avaliação da doença foi feita nos dois metros centrais das três linhas internas das parcelas, anotando-se o número de plantas atacadas e atribuindo a cada uma delas notas de 1 a 6 (nota 1 = planta sadia; nota 2 = 1% a 5% da planta atacada; nota 3 = 6% a 20% da planta atacada; nota 4 = 21% a 50% da planta atacada; nota 5 = mais de 50% da planta atacada; e nota 6 = planta morta). Com as notas, foi calculado o índice de severidade,

$$IS = \frac{\sum_{i=1}^n (i \cdot n)}{N}, \text{ onde } IS = \text{índice de severidade, } i = \text{nota atribuída,}$$

n = número de plantas na nota i, N = número total de plantas. Foi avaliado também o número de apotécios presentes na superfície do solo no período de plena floração, nas mesmas linhas em que foi avaliada a doença.

Foi avaliada a produção de sementes, o número de escleródios presentes no resíduo retido pela trilhadora, o peso de 100 sementes, a porcentagem de sementes infectadas e o número de escleródios por kg de sementes. A produção foi avaliada colhen-

do-se todas as plantas da parcela. As sementes permaneceram em câmara de pré secagem a 32°C por 24 horas. As sementes de cada parcela foram pesadas e a sua umidade determinada pelo método padrão em estufa (2). A produção de todas as parcelas foi calculada para sementes com 12% de umidade. Os escleródios presentes nos resíduos retidos pela trilhadora foram separados e contados. O peso de 100 sementes, a porcentagem de sementes infectadas e o número de escleródios juntos às sementes foram avaliados de cada parcela, após homogeneização das sementes, sendo retirada uma alíquota de 1000 gramas. Os escleródios encontrados nessa alíquota foram separados e contados. Para o peso de 100 sementes foram feitas quatro repetições. Estas mesmas sementes foram utilizadas para se determinar a porcentagem de sementes infectadas, para tal, cada repetição de 100 sementes foi depositada sobre o meio Neon modificado (1 litro de BDA, 50 mg de azul de bromofenol, 50 mg de cloranfenicol e 50 mg de ácido 2,4-D) e incubada a 19°C ± 1°C por 10 dias (5).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em ambos os experimentos, 1998 e 1999, não houve diferença estatística significativa para nenhum dos tratamentos em relação à intensidade do mofo-branco. O nível de doença verificado em 1998 foi extremamente elevado (98,4%), enquanto que em 1999 apenas 2,7% das plantas foram atacadas. A severidade foi de 4,14 e 1,02 em 1998 e 1999, respectivamente.

A produção de sementes comportou-se de forma semelhante nos dois anos, decrescendo com o aumento do espaçamento entre linhas. No menor espaçamento, diferiu estatisticamente das demais. A cultivar Diamante Negro produziu em 1998, 848 kg/ha (30 cm), 442 kg/ha (45 cm) e 292 kg/ha (60 cm) (Figura 1). Em 1999 a cultivar Pérola produziu 620 kg/ha (30 cm), 372 kg/ha (45 cm) e 220 kg/ha (60 cm) (Figura 1).

Nos dois anos de experimentação, o peso de 100 sementes não foi afetado pelo espaçamento. A porcentagem de sementes infectadas, embora não tenha sido afetada pelo espaçamento, diferiu em relação às cultivares, em ambos os anos. Em 1998 a cultivar Pérola não apresentou sementes infectadas, e em 1999 foi a cultivar Diamante Negro que não teve sementes doentes. A produção de escleródios em 1998 foi maior na cultivar Diamante Negro; aproximadamente quatro vezes mais escleródios foram retidos no resíduo na trilhadora, e também quatro vezes mais escleródios foram encontrados junto às sementes (Tabela 1).

A porcentagem de plantas infectadas e a severidade da doença não diferiram estatisticamente quanto a cultivar utilizada e nem tampouco em relação ao espaçamento. Apenas a produção de sementes foi afetada pelo espaçamento entre linhas. Saindon et al. (9), em condições semelhantes, observaram o mesmo efeito para a produção. Eles não encontraram evidências do efeito do espaçamento entre plantas na linha ou da interação com o espaçamento entre linhas sobre o mofo-branco. Park (6), utilizando espaçamento entre linhas de feijoeiro de 30, 60 e 80 cm, durante dois anos, só observou o efeito do espaçamento sobre o mofo-branco no segundo ano, ainda assim somente sobre a incidência; a severidade não foi afetada. Nas condições em que foram realizados os experimentos, parece não haver de fato correlação entre o espaçamento entre linhas ou entre plantas e a quantidade de doença dentro dos espaçamentos limites de uma produção economicamente viável.

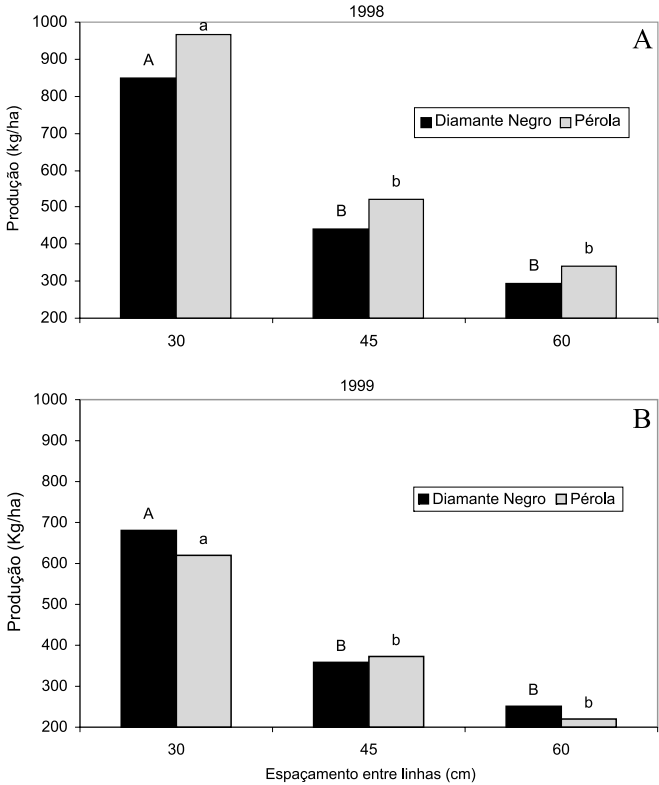


Figura 1. Produção de sementes de feijão das cultivares Diamante Negro e Pérola em diferentes espaçamentos entre linhas e entre plantas (população constante) em 1998 (A) e 1999 (B). Colunas da mesma cultivar seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 1. Número de escleródios (escl.) de *Sclerotinia sclerotiorum* por kg de sementes de feijão, porcentagem de sementes (sem.) infectadas e número de escleródios retidos no resíduo da trilhadora das cultivares Diamante Negro e Pérola nos anos de 1998 e 1999.

Cultivar	nº escl. resíduo		nº escl./kg sem.		% sem. infectadas	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999
D. Negro	389 a*	4,0 a	1,00 a	0,8 a	0,5 a	0,00 a
Pérola	091 b	5,0 a	0,25 b	0,8 a	0,0 b	0,25 b

*Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade

Em 1998 foram encontrados 389 escleródios no resíduo da cultivar Diamante Negro e 91 na cultivar Pérola (Tabela 1). O que poderia explicar este fato é que a cultivar Diamante Negro, por se tratar de uma variedade de porte ereto, as vagens raramente tocam o solo e por isso, são mais tardiamente contaminadas, pois dependem do contato de pétalas infectadas pelos ascósporos ou do contato de plantas doentes. Por serem infectadas mais tardiamente, as vagens não se destacam das plantas, como ocorre com as que são infectadas muito precocemente; com isso, os escleródios ali produzidos são levados junto com

as vagens para o beneficiamento. Em 1999 foram encontrados, em média, 4,0 escleródios para a cultivar Diamante Negro e 5,0 escleródios para a cultivar Pérola (Tabela 1). A porcentagem de sementes infectadas diferiu nos dois experimentos quanto a cultivar utilizada. Em 1998 apenas a cultivar Diamante Negro apresentou sementes infectadas. Em 1999, apenas a cultivar Pérola. Parece que a infecção de sementes ocorre de modo casual.

Este trabalho mostra que, mantendo-se ou não o mesmo número de plantas/ha, não há efeito do espaçamento sobre o mofo-branco em plantas e em sementes do feijoeiro, em condições de alta e baixa incidência da doença. Entretanto, o aumento do espaçamento aumenta a aeração sob o dossel, e pode ser recomendado em situações específicas, porque além do mofo-branco, outras doenças são favorecidas pela alta umidade.

REFERÊNCIAS

1. Blad, B.L., Steadman, J.R. & Weiss, A. Canopy structure and irrigation influence white mold disease and microclimate of dry edible beans. **Phytopathology**, St. Paul, v.68, n.10, p.1431-1437, 1978.
2. Brasil. Regras para análise de sementes. **Ministério da Agricultura e Reforma Agrária**. Brasília, 1992, 365p.
3. Fuller, P.A., Steadman, J.R., Coyne, D.P. Enhancement of white mold avoidance and yield in dry beans by canopy elevation. **Hortscience**, Lincoln v.19, n.1, p.78-79, 1984.
4. Hall, R., Nasser, L.C.B. Practice and precept in cultural management of bean diseases. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ottawa, v.18, n.2, p.176-185, 1996.
5. Napoleão, R.L. **Efeito do sistema de plantio, da irrigação e do espaçamento sobre o mofo-branco do feijoeiro, causado por *Sclerotinia sclerotiorum***. 2001. 72f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Departamento de Fitopatologia – Universidade de Brasília, Brasília.
6. Park, S.J. Response of bush and upright plant type selections to white mold and seed yield of common beans grow in various row widths in southern Ontario. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.73, n.1, p.265-272, 1993.
7. Rotem, J., Cohen, Y. The relationship between mode of irrigation and severity of tomato foliage diseases in Israel. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, v.50, n.9, p.635-639, 1966.
8. Rotem, J., Palti, J. Irrigation and plant diseases. **Annual Review of Phytopathology**, Shouthampton, v.7, p.267-288, 1969.
9. Saindon, G., Huang, H.C., Kozub, G.C., Mündel, H.H., Kemp, G.A. Incidence of white mold and yield of upright bean grown in different planting patterns. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v.137, n.2, p.118-124, 1993.
10. Saindon, G., Huang, H.C., Kozub, G.C. White-mold avoidance and agronomic attributes of upright common beans grown at multiple planting densities in narrow rows. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, Alexandria, v.120, n.5, p.843-847, 1995.
11. Schwartz, H.F., Steadman, J.R., Coyne, D.P. Influence of *Phaseolus vulgaris* blossoming characteristics and canopy structure upon reaction to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, St Paul, v.68, n.3, p.465-470, 1978.
12. Steadman, J.R., Coyne, D.P., Cook, G.E. Reduction of severity of white mold disease on great northern beans by wider row spacing and determinate plant growth habit. **Plant Disease Reporter**, St Paul, v.57, n.12, p.1070-1071, 1973.
13. Steadman, J.R., Blad, B.L., Schwartz, H.F. Feasibility of microclimate modification for control of white mold disease of bean. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, East Lansing, v.19, p.78-80, 1976.
14. Tu, J.C. Management of white mold of white beans in Ontario. **Plant Disease**, St Paul, v.73, n.3, p.281-285, 1989.
15. Weiss, A., Hipps, L.E., Blad, B.L., Steadman, J.R. Comparison of within-canopy microclimate and white mold disease (*Sclerotinia sclerotiorum*) development in dry edible beans as influenced by canopy structure and irrigation. **Agricultural Meteorology**, Davis, v.22, n.1, p.11-21, 1980.